



UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Group Art Unit: 2812

Examiner: Unassigned

In Re PATENT APPLICATION Of:

Applicants : Daigo HOSHINO et al

Serial No. : 10/618,661

Filed : July 15, 2003

For: METHOD OF MEASURING DEFOCUSING
AND METHOD OF OBTAINING CORRECT
FOCUSING

Attorney Ref. : OKI 360

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Submitted herewith is a certified copy of applicant's first-filed Japanese
Application No. 2002-206653, filed July 16, 2002, the rights of priority of which have
been and are claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119.

It is respectfully requested that receipt of this priority document be acknowledged.

Respectfully submitted,

October 17, 2003

Date

Steven M. Rabin (Reg. No. 29,102)

RABIN & BERDO, P.C.

(Customer No. 23995)

Telephone: (202) 371-8976

Telefax: (202) 408-0924

SMR:dt

FEENCLOSED
Please charge any
to our office
No. 18-0002

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2002年 7月16日

出 願 番 号
Application Number:

特願2002-206653

[ST.10/C]:

[JP2002-206653]

出 願 人
Applicant(s):

沖電気工業株式会社

2003年 5月27日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎

出証番号 出証特2003-3040034

【書類名】 特許願

【整理番号】 OG004693

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/027

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会
社内

 【氏名】 星野 大子

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会
社内

 【氏名】 山内 孝裕

【特許出願人】

 【識別番号】 000000295

 【氏名又は名称】 沖電気工業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100089093

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 大西 健治

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 004994

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9720320

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 焦点ずれ測定方法及び焦点位置合わせ方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体ウェハの表面上に、レジストを塗布する工程と、

前記レジストを露光する工程であって、前記露光は、焦点を前記レジストから前記表面の垂線方向に一定距離ずらして行い、かつ、大長方形の各 4 辺にそれぞれ前記露光装置の解像限界よりも細い幅を有する複数の小長方形を前記大長方形の前記各 4 辺に対して長さ方向に垂直かつ幅方向に平行に並べてなる図形を有するマスクを用いて行う工程と、

前記露光工程後、前記レジストを現像して、レジストパターンを形成する工程と、

前記レジストパターンの長さから、前記レジストに対する焦点ずれを求める工程を有することを特徴とする焦点ずれ測定方法。

【請求項 2】 前記露光は、前記焦点の位置の変化に対する前記レジストパターンの形状の変化が直線的である領域に、前記焦点を合わせて行うことを特徴とする請求項 1 記載の焦点ずれ測定方法。

【請求項 3】 複数のショットを有する半導体ウェハの表面上に、レジストを塗布する工程と、

前記レジストに対する焦点位置を測定する工程と、

焦点を前記焦点位置から前記表面の垂線方向に一定距離ずらして、前記各ショットを露光する工程であって、前記露光は、焦点を前記レジストから前記表面の垂線方向に一定距離ずらして行い、かつ、大長方形の各 4 辺にそれぞれ前記露光装置の解像限界よりも細い幅を有する複数の小長方形を前記大長方形の前記各 4 辺に対して長さ方向に垂直かつ幅方向に平行に並べてなる図形を有するマスクを用いて行う工程と、

前記露光工程後、前記レジストを現像して、前記各ショットにレジストパターンを形成する工程と、

前記レジストパターンの寸法から、前記各ショットにおける前記焦点位置に対する焦点ずれを求める工程と、

前記焦点位置と前記焦点ずれに基づいて、前記レジストに対する焦点合わせを行う工程を有することを特徴とする焦点位置合わせ方法。

【請求項 4】 前記露光は、前記焦点の位置の変化に対する前記レジストパターンの形状の変化が直線的である領域に、前記焦点を合わせて行うことを特徴とする請求項 3 記載の焦点位置合わせ方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

この発明は、レジストが塗布された半導体ウェハを露光するときの、半導体ウェハに照射される光の焦点ずれ距離を測定する方法と、半導体ウェハに照射される光の焦点位置合わせ方法に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

露光装置を用いてレジストが塗布された半導体ウェハを露光するとき、半導体ウェハに対して焦点を合わせて露光する。このとき、半導体ウェハは露光装置のステージに載せて露光されるが、このステージの傾きまたは半導体ウェハの凹凸などによって半導体ウェハの各領域（以下ショット）ごとに微妙に焦点がずれるため、ショットごとに焦点を合わせる必要がある。

【 0 0 0 3 】

焦点を合わせるためには、ショットごとの焦点ずれ距離を測定する必要がある。従来、焦点ずれ距離の測定は、露光装置に付属しているフォーカスセンサを用いて行っていた。フォーカスセンサを用いて行う焦点ずれ距離の測定は、例えば次のようにして行う。まず、位置を固定された第 1 の絞りを通した光を半導体ウェハに当てる。次に、半導体ウェハに当たって反射した光を位置を固定された第 2 の絞りに当てる。半導体ウェハの位置によって、反射した光の進路が変わるので、第 2 の絞りを通過する光の量も変わる。そして、この第 2 の絞りを通過した光の量から、半導体ウェハが焦点位置にあるときの第 2 の絞りを通過する光の量を基準にして、光が反射した半導体ウェハのショットにおける焦点ずれ距離を算出する。

【 0 0 0 4 】

そして、焦点合わせは、フォーカスセンサを用いて求めた焦点ずれ距離に基づいて、半導体ウェハが載せられたステージの位置を調節することで行う。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の測定方法では、焦点ずれが僅かなものである場合、焦点が上下どちらの方向にずれているのかを調べるのが困難である。

【 0 0 0 6 】

本発明は、このような問題を解決できる焦点ずれ測定方法及び焦点位置合わせ方法を提供することを目的とする。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、本発明においては、半導体ウェハ上に、レジストを塗布し、露光装置を用いて焦点をレジストから一定距離ずらしてレジストを露光し、その露光は、大長方形の各 4 辺にそれぞれ露光装置の解像限界よりも細い幅を有する複数の小長方形を大長方形の各 4 辺に対して長さ方向に垂直かつ幅方向に平行に並べてなる図形を有するマスクを用いて行い、露光工程後、レジストを現像してレジストパターンを形成し、レジストパターンの長さから、レジストに対する焦点ずれを求める。

【 0 0 0 8 】

【発明の実施の形態】

(第1の実施例)

本発明の第 1 の実施例は、レジストが塗布された半導体ウェハを露光するときにおける、半導体ウェハに照射される光の焦点ずれ距離を測定する方法である。以下、本発明の第 1 の実施例について、図 1 ～図 4 を用いて説明する。図 1 は、露光装置を用いて半導体ウェハを露光している様子を露光装置の側面から見た図である。図 2 は、露光に使用するフォトマスクの上面図である。図 3 (A)、(B)、(C) は、露光後の半導体ウェハを示す図であり、図 3 (A) は、露光後の半導体ウェハの全面を示す上面図、図 3 (B) は、図 3 (A) の一部を拡大した図、図 3

(C) は、図3 (B) を、点線XX' に沿って切断した時の断面図である。図4は、現像後の計測用レジストパターン106の長さ L_m を縦軸、露光時の半導体ウェハ102の表面の位置 F_m を横軸にとって描いたグラフである。

【 0 0 0 9 】

まず、図 1 に示すように、露光装置100のステージ101上に、レジストが塗布された半導体ウェハ102をセットする。そして、露光装置100に固定された縮小投影レンズ104に対するステージ101の上下方向の位置を調節し、露光装置100の焦点を半導体ウェハ102の表面からずらす。ずらす方向は、半導体ウェハ102の表面の垂線方向である。具体的には、縮小投影レンズ104の下端Aと、レジストが塗布された半導体ウェハ102の表面Bとの距離を調節して、半導体ウェハ102の表面Bを、焦点位置 F_0 から一定距離離れた点 F_m に移動させる。実際には、レジストにも厚さがあり、焦点位置 F_0 が半導体ウェハ102の表面Bと一致したときに最適の露光ができるとは限らない。最適の露光をするためには、焦点位置 F_0 は、半導体ウェハ102の表面Bから半導体ウェハ102に塗布されたレジストの表面にかけてのいずれかの位置に合わせることになる。また、焦点位置 F_0 をレジストの厚さ方向のどの位置に合わせればいいのかは、レジストの種類や厚さによる。今までの説明では、焦点位置 F_0 と合わせた時に最適の露光が行われる基準位置を、半導体ウェハ102の表面Bとしたが、正確には、先に説明した通り、半導体ウェハ102の表面Bから半導体ウェハ102に塗布されたレジストの表面にかけてのいずれかの位置となる。また、ステージ101の傾きや半導体ウェハ102の凹凸などの理由により、半導体ウェハ102の表面の位置を正確に定義することは困難である。しかし、便宜上、焦点位置 F_0 と合わせた時に最適の露光ができる基準位置は半導体ウェハ102の表面であり、また、半導体ウェハ102の表面は水平であるとして、しばらく説明を続ける。

【 0 0 1 0 】

次に、ステージ101を水平移動させながら、フォトマスク103及び縮小投影レンズ104を通して半導体ウェハ102に光を当てることによって、レジストが塗布された半導体ウェハ102をその各領域（以下ショット）ごとに露光する。

【 0 0 1 1 】

ここで、フォトマスク103は、図2に示すように、大長方形の各4辺にそれぞれ露光装置100の解像限界よりも細い幅を有する複数の小長方形を大長方形の各4辺に対して長さ方向に垂直かつ幅方向に平行に並べてなる計測用パターン105を有する。したがって、フォトマスク103を用いてレジストが塗布された半導体ウェハ102を露光すると、各ショットにそれぞれ計測用レジストパターンの潜像が形成される。

【0012】

次に、計測用レジストパターンの潜像を形成したレジストを現像する。すると、図3に示すように、半導体ウェハ102の各ショットごとに、フォトマスク103の計測用パターン105に対応する計測用レジストパターン106が形成される。ここで、露光時に使用したフォトマスク103のレジストパターンは、先に述べたように、露光装置100の解像限界よりも細い幅を有する図形からなっているので、各ショットに形成された計測用レジストパターン106は、フォトマスク103のレジストパターンと同じ形状ではなく、図3に示すような形状になる。そして、各計測用レジストパターン106の長さ L_m を測定する。

【0013】

先に行った露光は、ステージ101の上下方向の位置を固定して行う。しかし、先にも記載した通り、ステージ101の傾きや半導体ウェハ102の凹凸などによって、半導体ウェハ102の各ショットごとに微妙に焦点がずれる。そのため、ショットごとに露光時の半導体ウェハ102の表面の位置 F_m は微妙に異なる。したがって、露光時に照射される光の収束の度合いが各ショットごとに異なるので、計測用レジストパターン106の長さ L_m も、ショットごとに異なるものになる。

【0014】

現像後の計測用レジストパターン106の長さ L_m を縦軸、露光時の半導体ウェハ102の表面の位置 F_m を横軸にとってグラフを描くと、図4のようなグラフが得られる。このグラフは、同じ露光装置を用いた場合は、レジストの材質、レジストパターンの形状、露光強度、露光時間がそれぞれ等しければ、グラフの形状がほとんど変化しない。図4から分かるように、露光時の半導体ウェハ102の表面の位置 F_m が焦点位置 F_0 付近にある場合は、半導体ウェハ102の表面の位置 F_m の変化に

対する計測用レジストパターン106の長さ L_m の変化は僅かである。

【0015】

しかしながら、露光時の半導体ウェハ102の表面の位置 F_m が、焦点位置 F_0 からある程度離れた領域に位置する場合、例えば半導体ウェハ102の表面の位置 F_m が図4におけるCの領域にある場合は、半導体ウェハ102の表面の位置 F_m の変化に対して、計測用レジストパターン106の長さ L_m は直線的に大きく変化する。したがって、露光時には、半導体ウェハ102の表面の位置 F_m が領域C付近になるように露光装置100のステージ101の位置を調節する。

【0016】

最後に、図4のグラフを利用して、各ショットに形成された計測用レジストパターン106の長さ L_m から、各ショットにおける、露光時の半導体ウェハ102の表面の位置 F_m を求める。各ショットにおける露光時の半導体ウェハ102の表面の位置 F_m は、各ショットにおける焦点ずれ距離から一定の値を増減させたものとなる。

【0017】

以上のように、本発明の第1の実施例を用いると、焦点ずれが僅かなものであっても、半導体ウェハにおける各ショットごとの焦点ずれ距離を、上下どちらの方向にずれているのかも含めて、相対的な分布として求めることができる。

【0018】

ただし、本発明を用いて求められた焦点ずれ距離は、ウェハに起因する焦点ずれと、露光装置に起因する焦点ずれとが合算された値となるため、少なくとも1回の操作だけでは、本発明で測定した焦点ずれ距離が、露光装置に起因するものであるか、あるいは半導体ウェハに起因するものであるのかを調べることはできない。露光装置に起因する焦点ずれ距離を調べるためには、異なるウェハを用いて上記の操作を何度も繰り返し、焦点ずれ距離の平均を計算する必要がある。

【0019】

(第2の実施例)

本発明の第2の実施例は、レジストが塗布された半導体ウェハを露光するときにおける、半導体ウェハに照射される光の焦点位置合わせ方法に関するものである。本発明の第2の実施例について、図1～図4を用いて説明する。図1は、露

光装置を用いて半導体ウェハを露光している様子を露光装置の側面から見た図である。図2は、露光に使用するフォトマスクの上面図である。図3 (A)、(B)、(C) は、露光後の半導体ウェハを示す図であり、図3 (A) は、露光後の半導体ウェハの前面を示す上面図、図3 (B) は、図3 (A) の一部を拡大した図、図3 (C) は、図3 (B) を、点線XX' に沿って切断した時の断面図である。図4は、現像後の計測用レジストパターン106の長さ L_m を縦軸、露光時の半導体ウェハ102の表面の位置 F_m を横軸にとって描いたグラフである。本発明の第2の実施例は、本発明の第1の実施例を応用した、焦点位置合わせ方法である。

【0020】

まず、図1に示すように、露光装置100のステージ101上に、レジストが塗布された半導体ウェハ102をセットする。このとき、半導体ウェハ102に対する焦点位置 F_0 を求めておく。 F_0 は、図3のグラフにおける頂点から求めた半導体ウェハ102に対する平均の焦点位置でもよい。また、半導体ウェハ102における特定のショットの焦点位置でもよい。ここでは、 F_0 は、特定のショットの焦点位置であるとして説明する。

【0021】

次に、焦点位置 F_0 を定めたショットにおいて、半導体ウェハ102の表面が焦点位置 F_0 から特定の距離だけ離れた位置 F_m に移動するように、ステージ101の上下方向の位置を調節する。

【0022】

さらに、ステージ101を水平移動させながら、フォトマスク103及び縮小投影レンズ104を通して半導体ウェハ102に光を当てることによって、レジストが塗布された半導体ウェハ102をショットごとに露光する。フォトマスク103は、第1の実施例と同様、図2に示すような、大長方形の各4辺にそれぞれ露光装置100の解像限界よりも細かい幅を有する複数の小長方形を大長方形の各4辺に対して長さ方向に垂直かつ幅方向に平行に並べてなる計測用パターン105を有するものを用いる。

【0023】

この後、露光したレジストを現像することで、各ショットに図3に示すような

計測用レジストパターン106を形成する。そして、各ショットにおける計測用レジストパターン106の長さ L_m を測定する。焦点位置 F_0 をあらかじめ求めておくこと以外、ここまでの工程は、第1の実施例と全く同じである。

【0024】

露光時には、ステージ101の上下方向の位置を固定する。しかし、ステージ101の傾きや凹凸などによって半導体ウェハ102の各ショットごとに微妙に焦点がずれるため、各ショットによって、露光時の半導体ウェハ102の表面の位置 F_m は微妙に異なる。そのため、計測用レジストパターン106の長さ L_m も、ショットごとに異なるものになる。この工程も、第1の実施例と同じである。

【0025】

そして、あるショットにおける計測用レジストパターンの長さ L_{m1} を用いて、そのショットにおける焦点ずれ距離 F_{m1} を、以下の式によって求める。なお、 F_0 は特定のショットにおける焦点位置、 L_m はその特定のショットにおける計測用レジストパターン106の長さ、 F_m はその特定のショットにおける露光時の半導体ウェハ102の表面の位置である。

【0026】

$$\text{焦点ずれ距離 } F_{m1} = F_m - F_0 + (\Delta F / \Delta L) \times (L_{m1} - L_m)$$

なお、 $\Delta F / \Delta L$ は、計測用レジストパターンの長さ L_m の変化に対する焦点ずれ距離の変化である。これは、露光時の半導体ウェハ102の表面の位置 F_m を横軸に、その露光において形成された計測用レジストパターンの長さ L_m を縦軸にとったグラフ（図4）上に描かれる点を直線近似して求められる直線の傾きの逆数に相当する。

【0027】

最後に、焦点位置 F_0 から、求めた焦点ずれ距離 F_{m1} だけ半導体ウェハ102の表面の位置 F_m をずらして、焦点位置合わせは完了する。

【0028】

本発明の第2の実施例は、本発明の第1の実施例を焦点合わせに利用した応用例である。本発明の第2の実施例では、焦点合わせに、第1の実施例を利用しているため、正確な焦点合わせ容易にを行うことができる。

【 0 0 2 9 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明においては、露光によってできるレジストパターンの形状から、焦点ずれを求める。そして、その露光は、焦点の位置をわざとずらして行う。したがって、焦点ずれが上下どちらの方向へのずれであるのかも含めて、焦点ずれを容易に調べることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

露光装置を用いて、レジストが塗布された半導体ウェハを露光している状態を示す側面図である。

【図 2】

本発明において使用するフォトマスクに形成する計測用パターンを示す上面図である。

【図 3】

計測用レジストパターンが形成された半導体ウェハを示す上面図及び断面図である。

【図 4】

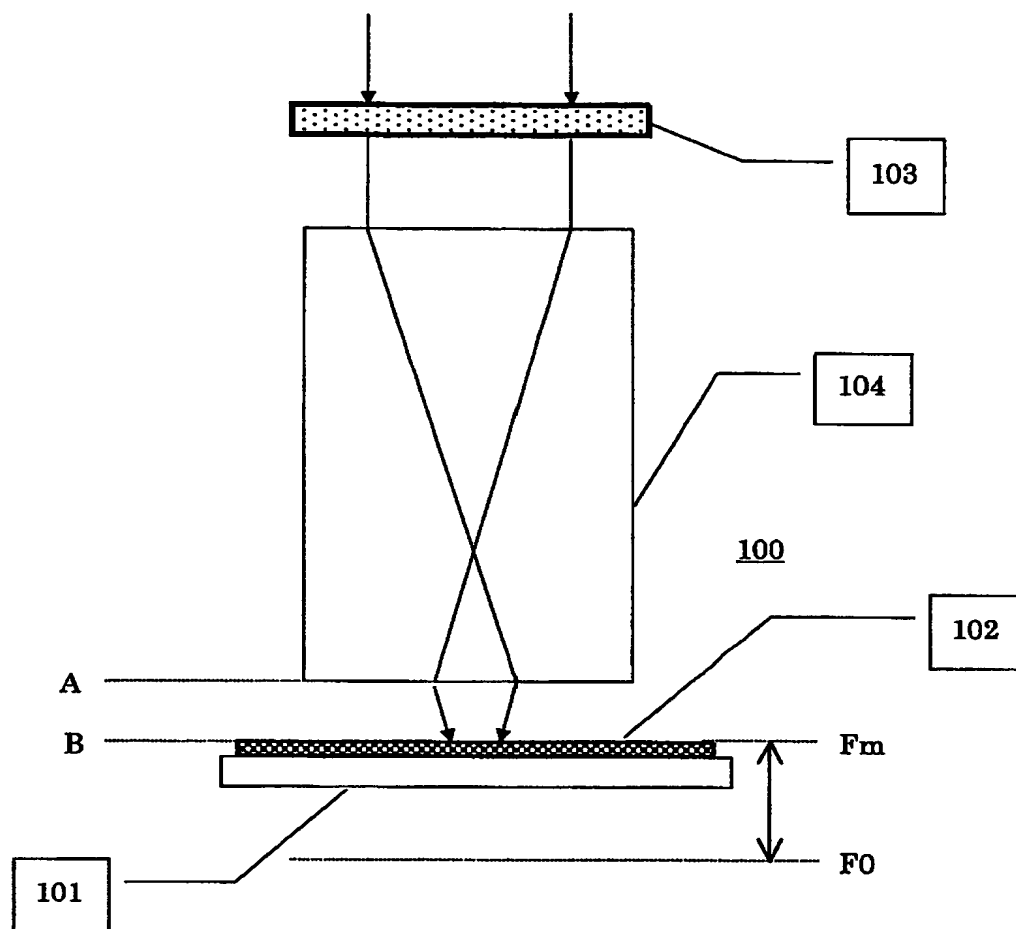
露光時の焦点ずれ距離と、その露光によって形成される計測用レジストパターンの長さの関係を示すグラフである。

【符号の説明】

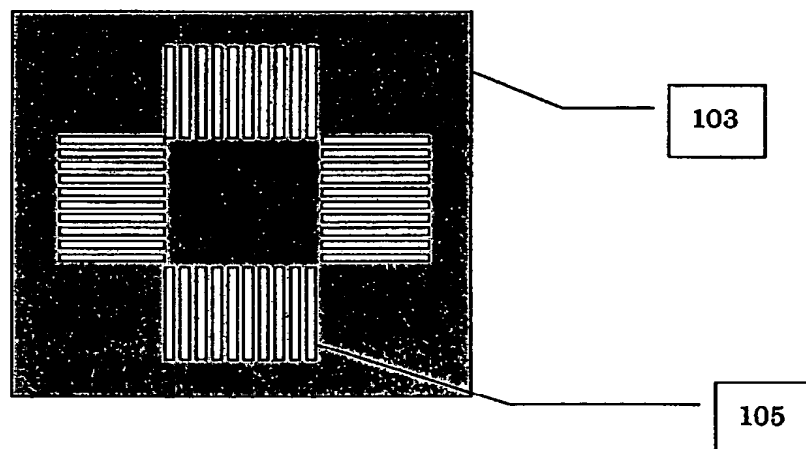
- 100 露光装置
- 101 ステージ
- 102 半導体ウェハ
- 103 フォトマスク
- 104 縮小投影レンズ
- 105 計測用パターン
- 106 計測用レジストパターン

【書類名】 図面

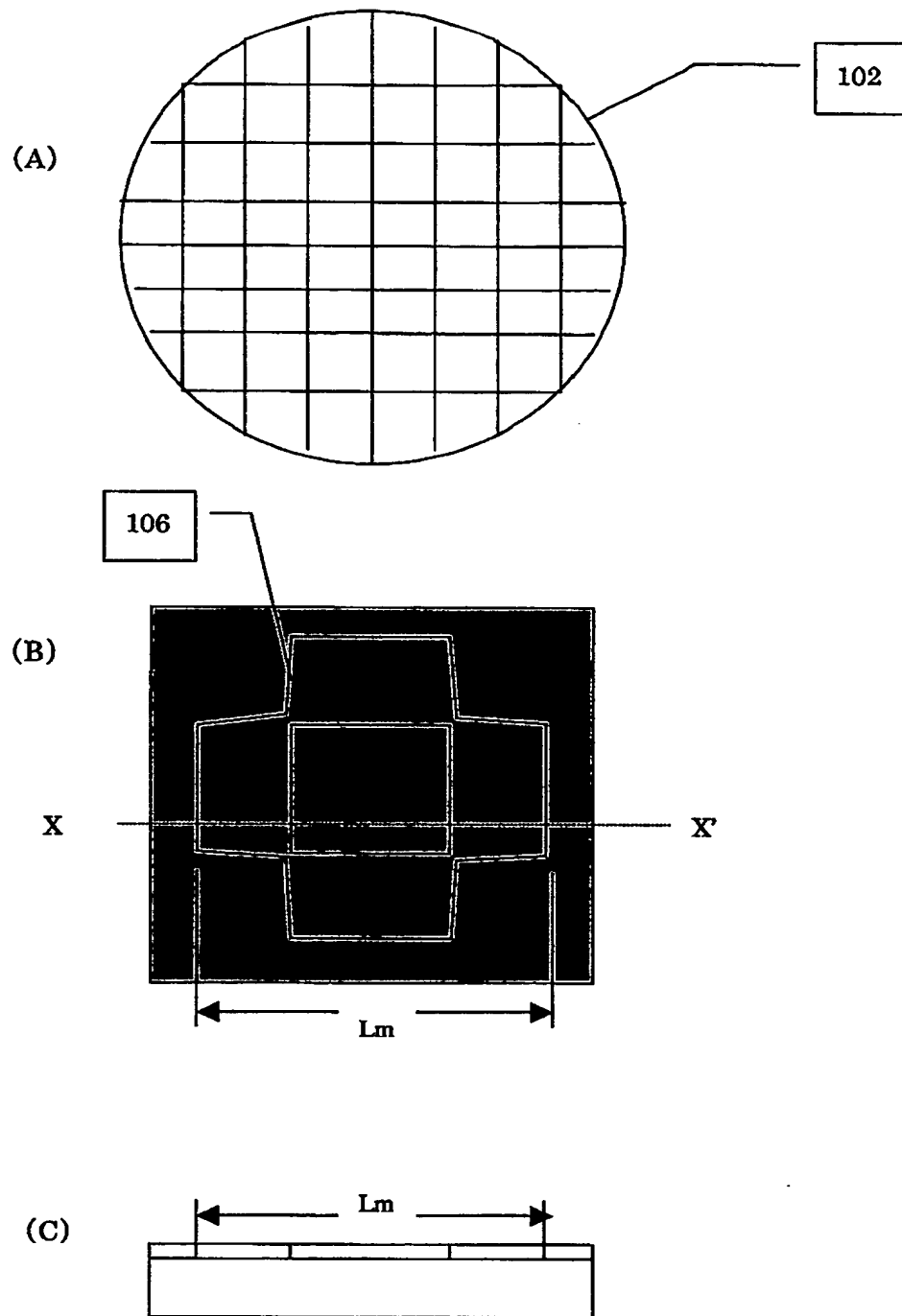
【図 1】



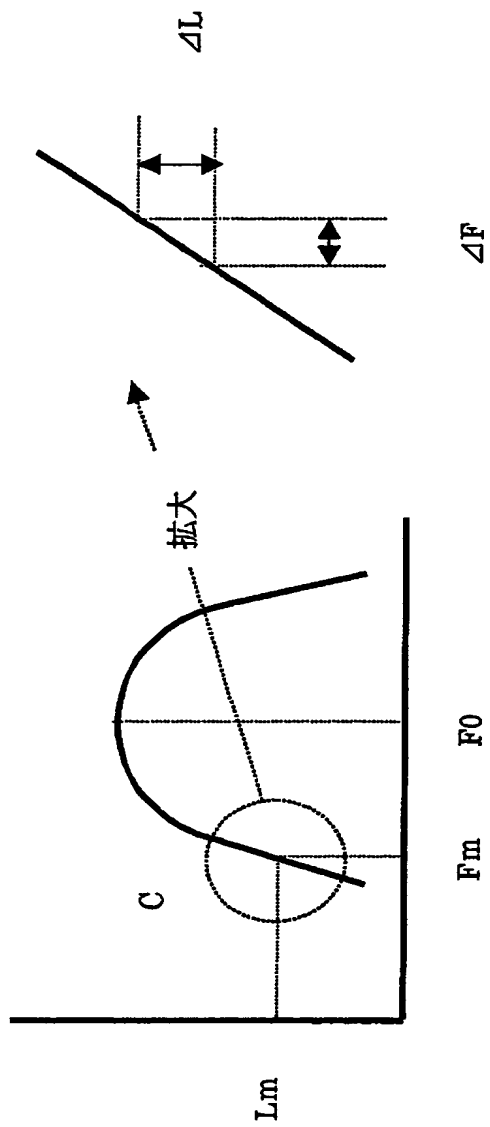
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【目的】 半導体ウェハを露光するときの、焦点ずれを測定する。

【構成】 レジストを塗布した半導体ウェハ102に対して、焦点を一定距離ずらして、レジストを露光・現像して、計測用レジストパターンを形成する。次に、計測用レジストパターンの長さから、レジストに対する焦点ずれを求める。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 2 0 6 6 5 3
受付番号	5 0 2 0 1 0 3 9 9 9 2
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0 0 9 4
作成日	平成 1 4 年 7 月 1 7 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成14年 7月16日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 0 2 9 5]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 2 日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号
氏 名 沖電気工業株式会社